

ЭКСТРАПЕДИКУЛЯРНАЯ МЕТОДИКА ВВЕДЕНИЯ ВИНТОВ В ГРУДНОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА

МАКАРЕВИЧ С.В., САЦКЕВИЧ Д.Г.

Белорусский НИИ травматологии и ортопедии, г. Минск

Резюме. Основными особенностями, ограничивающими применение стандартной транспедикулярной фиксации в грудном отделе позвоночника, являются: небольшой горизонтальный диаметр корня дуги; отсутствие пространства между стенкой корня дуги и твердой мозговой оболочкой и широкая вариабельность анатомии дорсальных структур позвонков.

С 1995 года в БелНИИТО применяется экстрапедикулярная методика введения винтов в грудном отделе позвоночника. К преимуществам данной технологии можно отнести усиление стабильности винта в кости, возможность применения винтов необходимых параметров независимо от размеров и расположения корня дуги и уменьшение вероятности повреждения нервных структур.

Ключевые слова: грудной отдел позвоночника, экстрапедикулярная винтовая фиксация.

Abstract. The main features that limit the usage of the standard transpedicular fixation in the thoracic spine are the following: small horizontal diameter of the arch root, lack of space between the wall of the arch root and dura mater of the spinal cord and wide variability of anatomy of the dorsal vertebrae structures.

Since 1995 the BelNIITO has been applying the extrapedicular method of the introduction of screws into the thoracic spine. As the advantages of this technology can be considered the increase of screw stability in the bone, the possibility to use screws of the required parameters irrespective of the size and location of the arch root and the decrease of probability of nerve structures damage.

Повреждения позвоночника и спинного мозга относятся к наиболее тяжелым травмам опорно-двигательного аппарата и центральной нервной системы.

В мировой вертебрологии преобладают хирургические методы лечения пострадавших с нестабильными повреждениями позвоночника. Известно, что наряду с ранней и полноценной декомпрессией спинного мозга одним из основных принципов хирургической технологии является жесткая фиксация поврежденного отдела позвоночника с целью ранней активизации и комплексной реабилитации пациентов.

В последние десятилетия из современных технологий дорсального металлоостеосинтеза

грудного и поясничного отделов позвоночника предпочтение отдается транспедикулярной фиксации (ТПФ), обеспечивающей наиболее прочную стабилизацию [6]. В результате комплексного анализа анатомо-биометрических характеристик позвонков было установлено, что основными особенностями, ограничивающими применение стандартной ТПФ в грудном отделе позвоночника, являются: небольшой горизонтальный диаметр (ширина) корня дуги; незначительное эпидуральное пространство между медиальной стенкой корня дуги и твердой мозговой оболочкой и широкая вариабельность анатомии дорсальных структур позвонков. При определенных ситуациях (половые и этнические различия, гипоплазия дорсальных структур позвонков) даже в нижнегрудном отделе позвоночника ТПФ с использованием стандартных точек и углов введения винтов не всегда техни-

чески выполняема.

С целью снижения интраоперационного риска повреждения винтами стенок корней дуг, а также прямого или дополнительного травмирования спинного мозга, его оболочек, корешков и важных паравертебральных образований некоторыми исследователями были предложены дополнения и незначительные модификации стандартной транспедикулярной технологии Roy-Camille. При этом обязательным условием оставалось проведение винта через корень дуги [8]. Отмечается высокая сложность ТПФ в грудном отделе позвоночника и большой процент неправильной установки винтов, риск неврологических и сосудистых осложнений [3,7]. Развитие вертебральной хирургии способствовало совершенствованию методик, разработке и внедрению в клиническую практику безопасной техники фиксации грудного отдела позвоночника.

Технология дорсальной винтовой фиксации грудного отдела позвоночника должна обеспечивать все этапы хирургического вмешательства (декомпрессию спинного мозга, коррекцию травматической деформации и жесткую фиксацию минимального числа позвоночных сегментов), не уступая по эффективности стандартной методике транспедикулярного металлоосинтеза, и характеризоваться при этом невысоким риском повреждения близлежащих жизненноважных образований. По нашему мнению, наиболее важным условием следует считать расположение винта в теле позвонка латеральнее

позвоночного канала. В результате детального анализа проведенных биометрических исследований грудных сегментов и взаиморасположения костных, внутриканальных и паравертебральных образований была предложена технология экстрапедикулярного введения винтов (ЭПФ), которая применяется в клинической практике Республиканского спинального центра БелНИИТО с 1995 г.

При использовании этой методики (по сравнению с ТПФ) винт устанавливается латеральнее корня дуги (через поперечный отросток и реберно-позвоночное сочленение), следовательно, находится на большем расстоянии от позвоночного канала и фиксируется в 2-3 кортикальных пластинках и губчатой кости тела позвонка. Этим достигается увеличение зоны контакта винта с костью (длины винтового пути) и повышение безопасности предлагаемой техники по сравнению с ТПФ из-за снижения риска повреждения спинного мозга и его оболочек (рис. 1). Учитывая отсутствие ограничения максимального диаметра винта шириной корня дуги (в отличие от стандартной ТПФ), при данной методике возможно применение винтов необходимых параметров.

В результате экспериментальных биомеханических испытаний, проведенных для сравнения транспедикулярного и экстрапедикулярного расположения винтов, было установлено, что между этими технологиями не имеется существенных различий в отношении прочности фиксации [2,4,5].

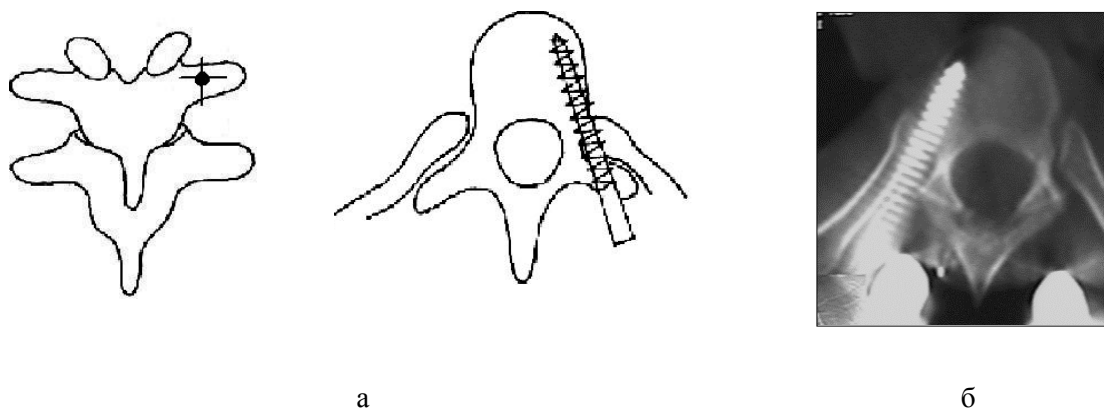


Рис. 1. Экстрапедикулярное введение винта на схеме (а) и компьютерной томографии (КТ) (б).

Особенности предоперационной подготовки

С целью выполнения оптимальной технологии ЭПФ проводится предоперационное планирование на основании рентгенологического исследования, КТ и МРТ. Уточняются параметры зон предстоящего вмешательства на позвоночнике (измерение ширины корня дуги, максимальной длины винтового пути, угла наклона корня дуги и расстояния от остистого отростка до проекции оси корня дуги). На аксиальных КТ сканах и реконструкциях позвоночного канала в необходимых плоскостях устанавливается характер повреждения костных структур, степень и локализация стеноза позвоночного канала, расположение смещенных позвонков (с помощью трехмерной SSD реконструкции). На предоперационной магнитно-резонансной томографии (МРТ) уточняется характер повреждения, определяется выраженность и локализация сдавления спинного мозга, состояние связочного аппарата и межпозвонковых дисков.

Учитывая необходимость имплантирования в организм титанового фиксатора, обязательно назначается за 30 минут до операции 1 грамм антибиотика цефалоспоринового ряда (II или III поколения) с интраоперационным введением внутривенно каждые 3 часа и последующим использованием в послеоперационном периоде.

Техника операции

Экстрапедикулярная методика фиксации грудного отдела позвоночника осуществляется следующим образом. Положение больного на операционном столе на животе. Вдоль туловища слева и справа укладывают цилиндрические валики для уменьшения внутрибрюшного давления и отсутствия ограничения экскурсии грудной клетки во время операции. Разрез мягких тканей производят по линии остистых отростков на 1-2 сегмента выше и ниже предполагаемого уровня фиксации. Выполняют скелетирование дорсальных отделов грудных позвонков (остистых отростков, дуг, суставных и поперечных отростков до их верхушек) с обеих сторон, производят тщательный гемостаз. Особенно осторожно отделяют паравертебральные мышцы на уровне повреждения для исключения

возможности дополнительного травмирования спинного мозга. Затем с помощью костных щипцов и «пистолетных» выкусывателей осуществляют декомпрессию спинного мозга в необходимом объеме путем выполнения интер-, геми- или ламинэктомии, заднебоковой или циркулярной декомпрессии. При наличии повреждений оболочек спинного мозга производят отмывание детрита, ушивание или пластику дефекта твердой мозговой оболочки. С помощью рычагообразных движений цапками, прикрепленными к остистым отросткам, и изменения положения функционального операционного стола осторожно выполняют устранение имеющегося смещения позвонков для восстановления правильных анатомических взаимоотношений в поврежденных сегментах (интраоперационная репозиция). В дальнейшем производят установку винтов металлоконструкции. Точка введения винта находится на середине поперечного отростка, на расстоянии 15 – 25 мм от остистого отростка (на 10 мм латеральнее стандартной точки Roy-Camille при ТПФ). Для более глубокого расположения имплантата и облегчения укрытия металлоконструкции мягкими тканями частично резецируют дорсальные отделы поперечных отростков. С помощью тонкого шила формируют канал для введения винта на глубину 15 – 20 мм под углом 15 – 30° в горизонтальной плоскости. Подготовку канала завершают после внедрения шила в боковую поверхность тела позвонка на уровне реберно-позвоночного сочленения. Единственным надежным ориентиром, уменьшающим риск повреждения паравертебральных образований, служит головка ребра, поэтому ребро должно ощущаться на всем протяжении канала и располагаться латерально. Введение винтов осуществляют после рентгенологического или ЭОП (электронно-оптический преобразователь) контроля (в боковой проекции) расположения спиц-маркеров. Установленные спицы должны находиться строго в проекции корней дуг и головок ребер. Следует отметить, что интерпретация расположения контрольных спиц должна проводиться тщательным образом, так как в грудном отделе не всегда возможно повторное формирование канала. По этой же причине рекомендуется дополнительно выполнять рентгенологический контроль в переднезадней проекции. При пра-

вильной установке винт проходит через поперечный отросток и реберно-позвоночное сочленение в тело позвонка. Что наиболее существенно, при данной методике возможно использование винтов диаметром 5, 6 или 7 мм и необходимой длины.

В дальнейшем осуществляют монтаж стержневой металлоконструкции, разработанной ГУ БелНИИТО и НП ООО «Медбиотех» (Минск) (Макаревич С.В., Амелъченя А.С.). Данный имплантат сертифицирован министерством здравоохранения Республики Беларусь (регистрационное удостоверение ИМН № ИМ-7.630) и Российской Федерации (регистрационное удостоверение №2000/143) и широко применяется в настоящее время в клинической практике для транспедикулярного металлоостеосинтеза позвоночника [1].

Особенностью установки элементов данной конструкции является необходимость моделирования стержней в соответствии с грудным кифозом и экономной резекции выступающих дорсальных частей поперечных отростков, расположенных между имплантированными винтами. Затем производят необходимую дополнительную коррекцию травматической деформации с помощью репозиционных штанг и манипулирования функциональным операционным столом (аналогично ТПФ), дренирование вакуумной системой и послойное ушивание раны.

Особенности послеоперационного ведения

В послеоперационном периоде с целью контроля качества репозиции позвонков, выполненной декомпрессии спинного мозга и расположения внутрителовых винтов выполняется: обычная рентгенография в стандартных проекциях, КТ и МРТ. По рентгенограммам в боковой проекции определяется расположение винтов имплантата в сагиттальной плоскости: в проекции корня дуги и головки ребра (правильная установка), расположение в корешковом канале или дисковом пространстве (неправильная установка). По полученным КТ изображениям оценивается: расположение винтов металлоконструкции в горизонтальной плоскости (правильная установка, повреждение внутренней стенки

корня дуги, вентральной пластинки тела позвонка, паракорпоральное стояние) и сагиттальная реконструкция позвоночного канала. По данным МРТ исследования определяется наличие или отсутствие сдавления оболочек, состояние спинного мозга и необходимость второго этапа хирургического лечения из переднего доступа.

Расположение экстрапедикулярных винтов по данным КТ и МРТ считается удовлетворительным, если винт проходит через поперечный отросток, реберно-позвоночное (возможно дополнительно через реберно-поперечное) сочленение в тело позвонка и не выступает за пределы вентральной пластинки, при этом допускается повреждение наружной стенки корня дуги. Следует отметить, что при данной методике введения вероятность повреждения париетальной плевры сведена к минимуму, так как головка ребра полностью покрывает винт и препятствует его проникновению в плевральную полость.

При правильном расположении металлоконструкции и отсутствии необходимости второго этапа хирургического лечения (из переднего доступа) активизация больных начинается на 3-4 сутки после операции. Дальнейшая вертикализация и обучение ходьбе с помощью средств дополнительной опоры проводится на 8-10 сутки после операции у больных с частичным нарушением проводимости спинного мозга. Пострадавшие со стойким полным нарушением проводимости спинного мозга переводятся в положение сидя в инвалидной коляске через 2-3 недели после операции при отсутствии осложнений со стороны других органов и систем (застойные пневмонии, пролежни, тромбофлебиты нижних конечностей и инфекция верхних мочевых путей). В случае выполнения операции из переднего доступа активизация и вертикализация больных проводятся через 3-4 недели после второго этапа хирургического лечения.

Иммобилизация позвоночника в послеоперационном периоде проводится полужесткими корсетами больным с частичным нарушением проводимости спинного мозга, жесткими корсетами – при некорректном расположении элементов имплантата и, выполненном вторым

этапом переднем спондилодезе аутоотрансплантатом, в течение 3-6 месяцев после операции.

Медикаментозная терапия послеоперационного периода включает антикоагулянтные (фраксипарин, клексан), сосудорегулирующие (пентоксифиллин, трентал, флекситал), ноотропные (пирацетам, инстенон), антиоксидантные (эмоксипин), регулирующие метаболические процессы (актовегин, сермион), антигипоксанты (диавитол), антибактериальные (цефазолин, цефтриаксон, ципрофлоксацин) препараты и анальгетики (промедол, морфин, трамадол, триган, долак, кетанов) в стандартных дозировках.

Особое внимание в послеоперационном периоде уделяется профилактике трофических нарушений (повороты в постели на 1 сутки после операции каждые 3-4 часа, уход за кожей покрывалами, использование противопролежневых систем); урологических осложнений (своевременная эвакуация мочи, промывание мочевого пузыря растворами антисептиков); застойных явлений со стороны легких (ингаляции лекарственных трав, дыхательная гимнастика); контрактур суставов и атрофии мышц нижних конечностей (массаж, лечебная физкультура, электромиостимуляция).

Оптимальные параметры установки внутрителовых винтов в зависимости от уровня

Как отмечалось ранее, отличительной особенностью грудного отдела позвоночника является широкая вариабельность анатомии его дорсальных структур. В связи с этим, стандартизация точек и углов экстрапедикулярного введения винтов для каждого грудного сегмента не будет информативной. Если же принять во внимание этнические и половые различия, а также встречающуюся гипоплазию дорсальных структур, то указание костных ориентиров расположения точки и определение угла введения для каждого уровня становится невозможным. Основным принципом выбора параметров введения винтов, по нашему мнению, является установление правильного соотношения угла наклона винта и расположения точки введения. При большом горизонтальном угле введения винта должно выбираться большее расстояние от остистого отростка до исходной точки и со-

ответственно наоборот.

На основании изучения результатов послеоперационных КТ и МРТ обследований нами определены оптимальные параметры экстрапедикулярного введения винтов отдельно для средне- и нижнегрудного отделов позвоночника. С помощью КТ и МРТ исследований с учетом коэффициента увеличения проведены измерения основных показателей: горизонтального угла наклона винта, длины винтового пути и расстояния от остистого отростка до точки введения.

1. Среднегрудной отдел позвоночника

Принимая во внимание полученные средние значения основных показателей, с учетом максимальных и минимальных величин, мы предлагаем следующие оптимальные параметры введения экстрапедикулярных винтов в среднегрудном отделе позвоночника ($Th_4 - Th_9$). Зона исходного места введения винта расположена в верхнелатеральной части поперечного отростка (в горизонтальной плоскости – от середины до латеральной части поперечного отростка, во фронтальной плоскости – от верхнего края поперечного отростка до границы между его верхней и средней третью). Расстояние от остистого отростка до точки введения находится в пределах 20–25 мм. Горизонтальный угол наклона винта составляет 20–30°. Винт проходит через реберно-поперечное и реберно-позвоночное сочленение в тело позвонка. Так же возможно введение только через реберно-позвоночное сочленение (при выборе более медиальной исходной точки). Принимая во внимание естественный кифоз грудного отдела позвоночника и анатомические особенности прикрепления ребра к телу позвонка в среднегрудном отделе (нижняя реберная ямка одного позвонка образует с верхней реберной ямкой нижележащего позвонка полную суставную ямку), необходимо отметить, что в сагиттальной плоскости винт должен иметь некоторый каудальный наклон (10° – 15°), чтобы не произошло его проникновение в дисковое пространство. В случаях биомеханической нецелесообразности каудального наклона винта допускается его введение параллельно верхней замыкательной пластинке тела позвонка. Категорически непозволительно повреждение внутренней стенки корня дуги и вентральной пластинки тела позвон-

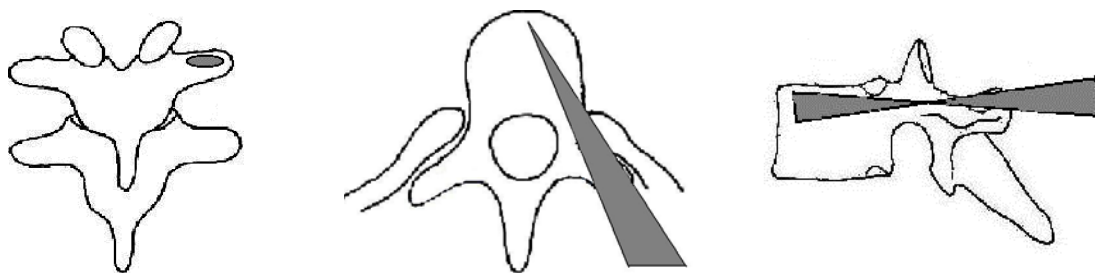


Рис. 2. Зоны введения экстрапедикулярных винтов в среднегрудном отделе позвоночника (схема).
Объяснение в тексте.

ка. Возможно использование винтов диаметром 5 или 6 мм (рис. 2).

2. Нижнегрудной отдел позвоночника

С учетом максимальных и минимальных показателей и средних величин, мы предлагаем следующие оптимальные параметры введения экстрапедикулярных винтов в нижнегрудном отделе позвоночника ($Th_{10} - Th_{12}$). Зона исходного места введения винта расположена на середине поперечного отростка (в горизонтальной плоскости – от середины до медиальной части поперечного отростка, во фронтальной плоскости – от границы между верхней и средней третью поперечного отростка до его середины). Расстояние от остистого отростка до точки введения находится в пределах 15 – 20 мм. Горизонтальный угол наклона винта составляет 15 – 25°. Винт проходит через реберно-позвоночное сочленение в тело позвонка. Принимая во внимание анатомические особенности прикрепления ребра к телу позвонка в нижнегрудном отделе позвоночника (одна полная реберная ямка, расположенная по середине каж-

дой боковой поверхности тела позвонка), в сагиттальной плоскости допускается введение винта под углом 0 – 10° в краниальном или каудальном направлении, в зависимости от конкретной биомеханической ситуации. Возможно использование винтов диаметром 6 или 7 мм (рис. 3).

Как указывалось ранее, предлагаемая нами экстрапедикулярная методика позволяет использовать винты большего диаметра, чем ширина корня дуги. Поэтому, у хирурга может возникнуть желание применить винты максимального диаметра и длины. Однако, не следует забывать о том, что грудные позвонки имеют небольшие размеры и использование длинных винтов может повлечь за собой повреждение вентральной пластинки тела позвонка. Кроме того, данная конвергентная технология предусматривает введение имплантатов под большими трансверзальными (горизонтальными) углами, в результате чего может произойти столкновение длинных винтов, введенных с разных сторон на одном уровне, что не позво-

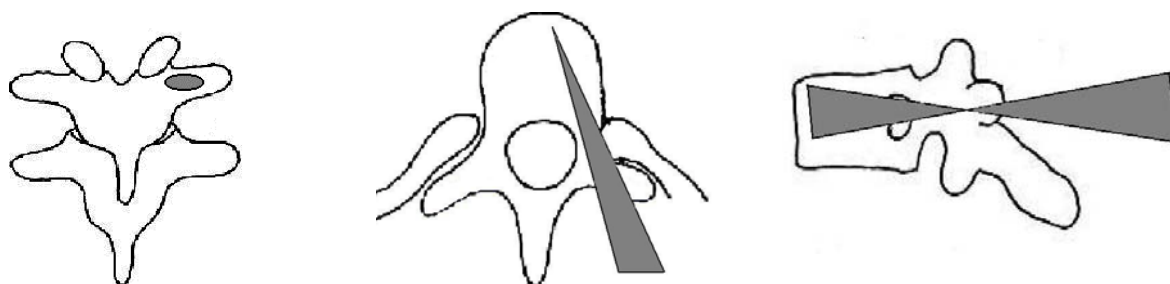


Рис. 3. Зоны введения экстрапедикулярных винтов в нижнегрудном отделе позвоночника (схема).
Объяснение в тексте.

лит оптимально установить узлы и стержни металлоконструкции. Также, использование винтов с большим диаметром может вызвать повреждение тела позвонка, что наиболее вероятно в краниальных сегментах грудного отдела позвоночника. Таким образом, перед применением экстрапедикулярной методики рекомендуется тщательно изучить анатомические особенности оперируемых сегментов по данным рентгенографии и КТ для определения правильного соотношения размеров костных структур и параметров используемой технологии фиксации.

Технические ошибки экстрапедикулярной технологии

Описание предложенной нами технологии было бы неполным без отображения вариантов неудовлетворительного расположения экстрапедикулярных винтов и причин, приведших к этому.

Неправильная установка винтов отмечается в следующих случаях.

В горизонтальной плоскости:

1. паракорпоральное расположение (вне тела позвонка);
2. повреждение внутренней стенки корня дуги и внедрение винта в позвоночный канал;
3. выход винта за пределы вентральной пластинки тела позвонка.

В сагиттальной плоскости:

1. повреждение замыкательной пластинки тела позвонка и внедрение винта в дисковое

пространство.

2. прохождение винта через корешковый канал.

Рассмотрим наиболее вероятные причины неправильного введения экстрапедикулярных винтов (рис. 4).

Паракорпоральная ориентация винтов в основном обусловлена следующими обстоятельствами:

- при нормальном угле наклона винта в горизонтальной плоскости выбирается латеральное расположение точки введения (больше 30 мм от остистого отростка);
- при нормальном расположении точки введения выбирается малый угол наклона винта в горизонтальной плоскости (меньше 10 градусов).

Внедрение винтов в позвоночный канал происходит в следующих случаях:

- при нормальном угле наклона винта в горизонтальной плоскости выбирается медиальное расположение точки введения (меньше 10 мм от остистого отростка);
- при нормальном расположении точки введения выбирается большой угол наклона винта в горизонтальной плоскости (больше 30 градусов).

Неправильное введение внутрителовых винтов в горизонтальной плоскости можно объяснить отсутствием или неполноценным рентгенологическим контролем расположения спиц-маркеров в переднезадней проекции, отсутствием дооперационного КТ планирования, а также недостаточным опытом хирурга. Непра-

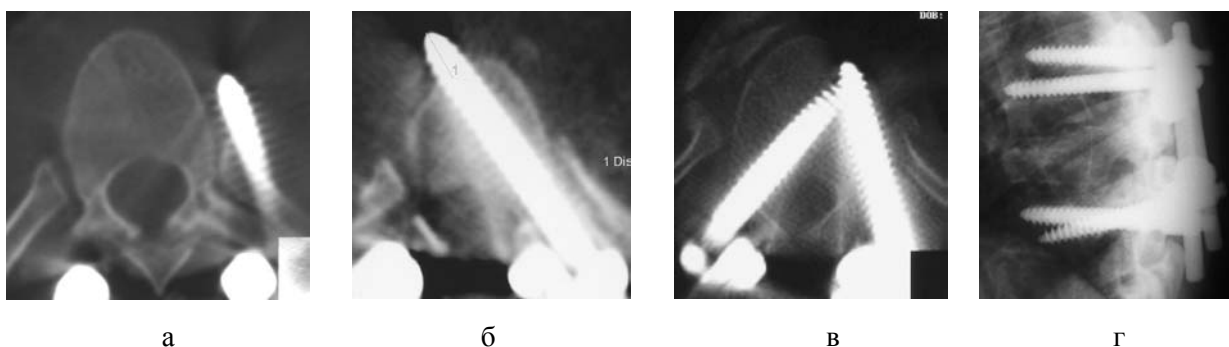


Рис. 4. Основные варианты неправильного расположения экстрапедикулярных винтов на КТ и рентгенограммах:

а – паракорпоральная установка; б – повреждение вентральной пластинки тела позвонка; в – внедрение винта в позвоночный канал; г – расположение винта в дисковом пространстве.

вильное расположение винтов в сагиттальной плоскости объясняется выполнением недостаточного количества интраоперационных ЭОП или рентгенологических контролей, либо низким качеством последних.

Заключение

Таким образом, к преимуществам экстрапедикулярной технологии винтовой фиксации можно отнести:

- повышение безопасности дорсальной винтовой фиксации грудного отдела позвоночника за счет увеличения расстояния от позвоночного канала до места прохождения винта (снижение потенциального риска повреждения внутриканальных сосудисто-нервных образований);
- возможность применения винтов необходимых параметров (длина и диаметр) независимо от размеров и расположения корня дуги;
- фиксацию винта в 2-3 кортикальных пластинках;
- увеличение длины винтового пути (длины винта в контакте с костью), вследствие чего происходит усиление жесткости фиксации;
- использование при данной технологии широко применяющейся в настоящее время в клинической практике вертебрологии, разработанной в БелНИИТО, транспедикулярной металлоконструкции, что повышает экономическую эффективность предлагаемой методики.

Снижение вероятности неудовлетворительной установки винтов возможно за счет тщательного изучения предоперационных рентгенограмм, интраоперационной пространственной ориентации с учетом травматической деформации и индивидуальных анатомических особенностей строения грудных сегментов, правильного подбора оптимальных точек и углов введения винтов.

Исходя из вышеизложенного, с учетом комплексных данных о биометрических параметрах позвонков, в среднегрудном отделе позвоночника ($Th_4 - Th_9$) нами рекомендуется применение экстрапедикулярной методики введения винтов, в нижнегрудном отделе ($Th_{10} - Th_{12}$) при достаточной ширине корня дуги – транспедикулярная технология, если же индивидуальные параметры позвонков ограничивают воз-

можность ТПФ, то должна использоваться ЭПФ, как менее опасная. В случаях гипоплазии дорсальных структур поясничных позвонков возможно применение экстрапедикулярной методики введения винтов и в этом отделе позвоночника.

Таким образом, предлагаемая экстрапедикулярная фиксация более безопасна по сравнению с традиционной ТПФ при условии строгого соблюдения всех этапов хирургической технологии и может стать альтернативной методикой стабилизации грудного отдела позвоночника при его тяжелых повреждениях.

Литература

1. Макаревич С.В. Спондилодез универсальным фиксатором грудного и поясничного отделов позвоночника. Пособие для врачей., - Минск, «Юнипак», 2001. – 80 с.
2. Dvorak M., MacDonald S., Gurr K.R. et al. An anatomic, radiographic, and biomechanical assessment at extrapedicular screw fixation in the thoracic spine. // Spine. – 1993. – Vol. 18, № 12. – P. 1689 - 1694.
3. Gertzbein S.D., Robbins S.E. Accuracy of pedicular screw placement in vivo // Spine. - 1990. - № 15. - P. 11-14
4. Husted D.S., Yue J.J., Fairchild T.A., Haims A.H. An extrapedicular approach to the placement of screws in the thoracic spine: an anatomic and radiographic assessment. // Spine. – 2003. – Vol. 28, № 20. – P. 2324 - 2330.
5. Morgenstern W., Ferguson S. J., Berey S., Orr T.E., Nolte L-P. Posterior thoracic extrapedicular fixation: a biomechanical study // Spine. - 2003. - Vol. 28, № 16. - P. 1829-1835
6. Roy-Camille R., Saillant G., Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating // Clin. Orthop., 1986. - Vol. 2, № 203. - P. 7-17
7. Vaccaro A.R., Rizzolo S.J., Balderston R.A., Allardyce T.J., Garfin S.R., Dolinskas C., An H.S. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part II: An anatomical and radiographic assessment. // J. Bone Joint Surg. - 1995. - Vol. 77-A, № 8. - P. 1200-1206
8. Xu R., Ebraheim N.A., Ou Y., Yeasting R.A. Anatomic considerations of pedicle screw placement in the thoracic spine Roy-Camille technique versus open-lamina technique. // Spine. - 1998. - Vol. 23, № 9. - P. 1065-1068

Поступила 08.12.2004 г.

Принята в печать 30.12.2004 г.